ガントリー起重機のセンタートラックガーダーの強度について

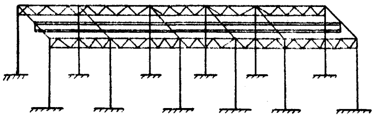
長 元 龜 久 男

On the Strength of the Center-Truck Girder of Gantry Crane.

Kikuo NAGAMOTO.

Supposing that the center-Truck givder is supported by the cross beams half-fixed at both ends, let us consider the case of continuous three spans for the sake of simple calcu lation. In this case a practical method to obtain the reaction of the crossing point shall be described graphically in this papr.

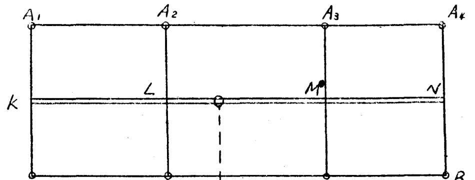
第1図の様なガントリー起重機にて，中央のセンタートラックガーダーが横梁に依て支えられている場合の強度計算については既に色々の文献(1)があるが，玆では拙著起重機に記載(2)している方法の図式的応用について述べることにしたい。

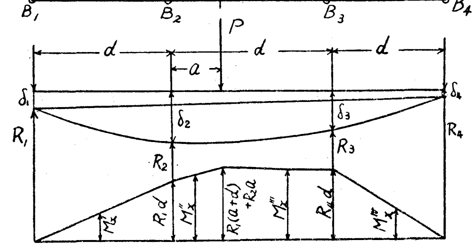


図—1

先づ順序として計算の概要について述べることにしたい。即ちセンタートラックガーダーの強度を考える場合，今第2図の様に連続の3経間をとつて考えることにする。横梁の間（$A_1B_1=A_2B_2$………………）を l とし，断面の二次モーメントを I_2 とし，梁の両端は半固定の状態にあるものとする。次に横梁経間の中央に断面二次モーメント I_1 を有するセンタートラックガーダーが架せられてあるものとする。そして横梁にて支えられている経間を d とする。今 A_2B_2 梁から a の距離にてセンタートラックガーダーに P なる荷重がかけられているとき，第2図第3図を参照してそのガーダーの交叉点における反働力 R_1 R_2 R_3 R_5 を求めてみる。

図—2





図—3

センタートラックガーダーが平衡状態にある条件から次の様な式が導き得られる。

$$R_1+R_2+R_3+R_4=P \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(1)$$

$$-R_1d+R_3d+2R_4d=Pa \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(2)$$

今両端を半固定として，δ を横梁中央の撓として，横梁に貯えられる歪エネルギを K_1 とすれば，K_1 は次の様に求め得られる。

$$K_1=\frac{1}{2}(\delta_1R_1+\delta_2R_2+\delta_3R_3+\delta_4R_4)$$

半固定のための横梁中央の撓は次の様に求め得られる(2)

$$\delta_1=\frac{R_1l^3}{48EI_2}-\frac{R_1l^3}{128EI_2}=\frac{5R_1l^3}{384EI_2}$$

故に
$$K_1=\frac{5l^3}{768EI_2}(R_1{}^2+R_2{}^2+R_3{}^2+R_4{}^2)$$

次にセンタートラックガーターに貯えられる歪エネルギを K_2 とすれば第3図を参照し次の様に求め得られる。

$$K_2=\frac{l}{2EI_1}\left\{\int M_x{}'^2dx+\int M_x{}''^2dx+\int M_x{}'''^2dx+\int M_x{}''''^2dx\right\}$$

$$=\frac{d}{6EI_1}\Big\{2(a+d)^2R_1{}^2+a(3a+2d)R_1R_2$$
$$+a^2R_2{}^2+(d^2-a^2)R_1R_4+a(d-a)R_2R_4+d(2d-a)R_4\Big\}$$

全エネルギをKとすれば次の様に求め得られる。

$$K=K_1+K_2$$
$$=\frac{5l^3}{768EI_2}(R_1{}^2+R_2{}^2+R_3{}^2+R_4{}^2)+\frac{d}{6EI_1}\Big\{2(a+d)^2R_1{}^2+a(3a+2d)R_1R_2$$
$$+a^2R_2{}^2+(d^2-a^2)R_1R_4+a(d-a)R_2R_4+d(2d-a)R_4{}^2\Big\}$$

(1)及(2)から二つの未知数を消去し得るからKは二変数函数と考えることができる。さて R_1 R_2 を独立変数と考え上式を偏微分し $\partial K/\partial R_1$, $\partial K/\partial R_2$ を求め, これに (1) 及 (2) を R_1R_2 にて偏微分した結果を代入し, これを整理すれば次の様な結果が導き得られる。

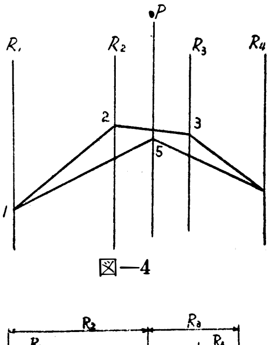
$$\frac{\partial K}{\partial R_1}=\Big\{\frac{5l^3}{64I_2}+\frac{2d}{I_1}(a+d)(a+3d)\Big\}R_1+\frac{ad}{I_1}(a+4d)R_2$$
$$-\frac{15l^3}{64I_2}R_2+\Big\{\frac{5l^3}{32I_2}+\frac{d}{I_1}(9d^2-4ad-a^2)\Big\}R_4=O$$

………………(2)

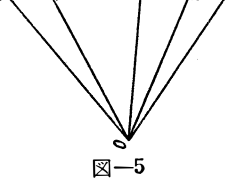
$$\frac{\partial K}{\partial R_2}=\frac{d}{I_1}(2a^2+2ad+d^2)R_1+\Big\{\frac{5l^3}{63I_2}+\frac{ad}{I_1}(a+d)\Big\}R_2$$
$$+\Big(\frac{5l^3}{32I_2}-\frac{5l^3}{63I_2}\Big)R_2+\Big\{\frac{5l^3}{64I_2}+\frac{d}{I_1}(4d^2-ad-a^2)\Big\}R_4=O$$

………………(3)

(1)(2)(3)(4) より R_1 R_2 R_3 R_4 を求めればよろしい訳であるが実際問題としてこれはなかなか計算が面倒である依てこれを図式的に考察してみるに, 先づ (1) (2) の関係は第4図第5図の様にあらわすことができる。即ち第4図にて R_1 R_2 R_3 R_4 の代数和が P なる様に想定し, 極 O から Od, Oe, OC, Oa, Ob, なる射線を引き, 次に第5図にて R_1 R_2 R_3 R_4 及 P の作用線を引き, R_1 作用線上の任意の一点から Ob に平行に索線 12 を引き R_3 の作用線と 2 で交らしめる。次に 2 から Oc に平行に索線 23 を引き R_3 の作用線と 3 にて交らしめる。次に 3から Od に平行に索線 34 を引き R_4 の作用線と 4 にて交らしめる。次に 4 から Oe に平行に索線 45 を引き, 又 1 から Oa に平行に索線 15 を引き, これが丁度 P の作用線上の一点 5 にて交らば (1) (2) の関係が満足されていることがわかる。



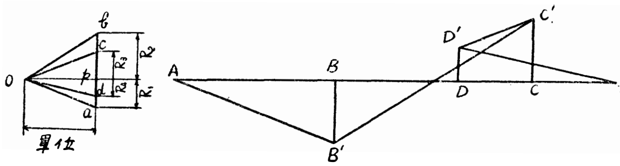
図—4


図—5

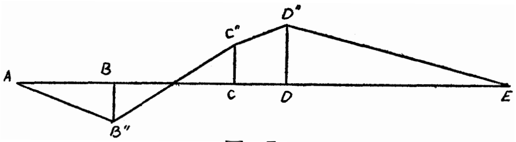
次に第6図の左の図にて水平線上 Op を単位の長さにとり, p からこれに垂直線をたて上方に向うを正, 下方に向うを負と約束して第4図第5図にて求め得られた R_1 を pa の長さに, R_2 を pb の長さに, R_3 を pc の長さに, R_4 を pd の長さに等しくとる。O を極として今求めた $abcd$ 点を結ぶ。(3) 式を参照して第6図の右の図にて, 水平線上一点 A から AB の長さを R_1 の係数に等しく, B から BC の長さを R_3 の係数に等しく, C から CD の長さを R_3 の係数に等しく D から DE の長さを R_4 の係数に等しくとる。

次に A より Oa 射線に平行に AB' を引き B における垂直線と $B,$ にて交らしむ。B' より Ob 射線に平行に $B'C'$ を引き C における垂直線と C' にて交らしむ。C' より Oc 射線に平行に $C'D'$ を引き D における垂直線と D' にて交らしむ。D' より Od 射線に平行に $D'E$ を引き, これが丁度 Eにて交れば (3) の関係が満足されているということになる。但し図にて係数の値をとるのに, 右方に向うのを正, 左方に向うのを負と約束している。次に (4) 式を参照し第7図にて今と

同様にして水平線上の一点 A より AB の長さを R_1 の係数に等しく，B から BC の長さを R_2 の係数に等しく，C から CD の長さを R_3 の係数に等しく，D から DE の長さを R_4 の係数に等しくとる。



図—6



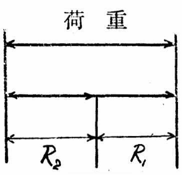
図—7

前と同様に A より Oa 射線に平行に AB'' を引き B における垂直線と B'' にて交らしむ B'' より Ob 射線に平行に $B''C''$ を引き C における垂直線と C'' にて交らしむ。C'' より OC 射線に平行に $C''D''$ を引き D における垂直線と D'' にて交らしむ。D'' より Od 射線に平行に $D''E$ を引き，これが丁度 E にて交れば（4）の関係が満足されているということになる。以上の様に第4図第5図第6図第7図が同時に満足されれば，想定した R_1 R_2 R_3 R_4 は正しい値であることがわかる。次に自重の影響を考えるに，センタートラックガーダーには w_1/単位長，横梁には w_2/単位長，の分布荷重があるものと考える。この場合には荷重が対称であるから未知反働力は R_1 R_2 である。この場合の平衡式は次の様に導かれている。

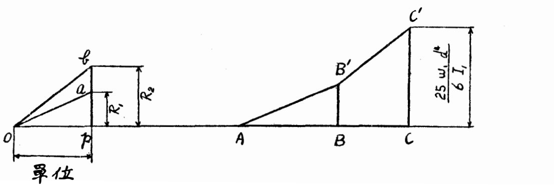
$$R_1+R_2=\frac{3}{2}dw_1 \qquad \cdots\cdots(5)$$

センタートラックガーダー及横梁に貯えられる歪エネルギを計算し，次に $\partial K/\partial R_1$ を計算し更に（5）を R_1 で偏微分した結果を代入し簡単にした結果が次の様に求め得られている。

$$\frac{\partial K}{\partial R_1}=\left(\frac{5l^3}{48I_2}+\frac{23d^3}{3I_1}\right)R_1+\left(\frac{d^3}{I_1}-\frac{5l^3}{48I_2}\right)R_2-\frac{25W_1d^4}{6I_1}=O \qquad \cdots\cdots(6)$$



図—8



図—9

（5）（6）の計算は既に求められているが茲では横梁半固定の場合の図式計算の一環として述れば，先づ R_1 R_2 は第8図の様な関係にある。この関係内で適当に想定することは前と同様である。次に第9図左の図にて水平線上に単位長さ Op をとり，p より垂直線をたて R_1 を pa の長さに R_2 を pb の長さに等しくとる。今求めた ab 点と O を結ぶ右の図にて水平線上に一点 A をとり AB の長さを R_1 の係数に等しく，B より BC の長さを R_2 の係数に等しくとる。C より垂直線をたて（6）式の既知項の移項したものが正ならば上方に向いその値に等しく CC' をとる次に Oa 射線に平行に AB' を引き B における垂直線と B' にて交らしむ。B' より Ob 射線に平行に BC' を引き丁度 C' にて交らば（6）式が満足されていることがわかる。想定した R_1 R_2 は正しい値であることがわかる。

(1) 例えば

中沢盛直，Solution of Special Beams. 名古屋高校創立25年記念論文集

長元亀久男，1箇の縦梁がn+1箇の横梁に支えられた水平結構の一般解法，日本機械学会論文集 vol13. No43（昭和22—1）

(2) 鍵和田良平，中沢盛直，柏岡健太郎，長元亀久男，共著，起重機(昭17)丸善

※ 本稿は日本機械学会北陸地方講演会(昭25—9—16)の講演要旨である。

工学部紀要第6巻

正誤表

頁	行	誤	正
目次	6行目	参炭層	滲炭層
2頁	3行目	$\Phi=\frac{d\phi}{dt}$ としつつ回路	$\Phi=\frac{d\phi}{dt}$ とし，回路
4頁	5行目	2．実験装置及賢測	2．実験装置及観測
6頁	14行目	$a=\beta$	$a=0$
23頁	10行目	第五章……線路伝学特性	第五章……線路伝送特性
24頁	文献(4)	Boostr	Booster
36頁	12行目	0—及びの次に挿入	挿入する語句 m—ニトロトルエン，
46頁	3行目英文表題	Solusion	Solution
81頁	15行目	鋳造案件	鋳造条件
85頁	下から2行目	$\int vdt-$	$\int vdt=$
89頁	一番下の行	名古屋高校	名古屋高工
136頁	16行目	90—φ—27.5°	90—φ—23.5°
英文目次	18行目	Anhydrons	Anhydrous
〃	21行目	Saponin Solusion	Saponin Solution